

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-156302

(43)Date of publication of application : 03.06.1994

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
B62D 5/04
// B62D101:00
B62D105:00
B62D113:00
B62D137:00

(21)Application number : 04-319046

(71)Applicant : AISIN SEIKI CO LTD
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 27.11.1992

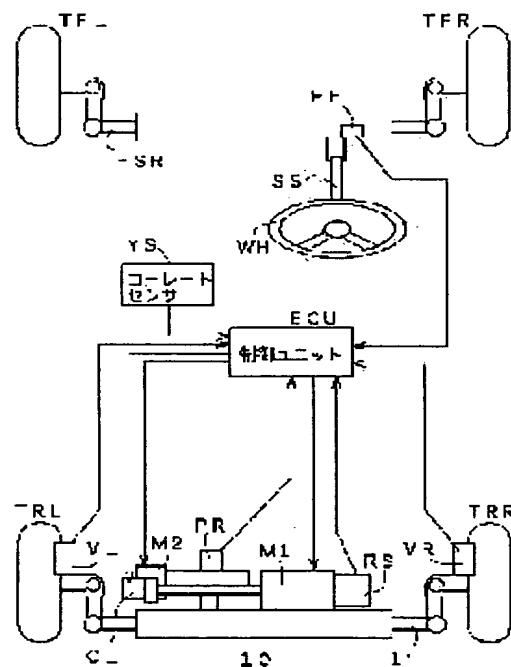
(72)Inventor : HAMADA TOSHIKI
GOTO TAKESHI

(54) AUTOMATIC AUXILIARY STEERING DEVICE OF VEHICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To embody an auxiliary steering control of high stability in a vehicle proceeding direction across a range from low to high speed by compensating the steering angle of an auxiliary steering wheels, which is based on actual steering angle of main steering wheels, by means of a steering angle compensation amount of the auxiliary steering wheels for restricting the yaw angle speed.

CONSTITUTION: Actual steering angles of main steering wheels TFL, TFR are detected by a means PF while the speed of a vehicle as well as the yaw angle are detected by a means YS. Based on the detected actual steering angle, the main steering responding angle of the auxiliary steering wheels are calculated by ECU. Based on the detected yaw angle and the vehicle speed, the steering angle compensation amount of the auxiliary steering wheels for restricting the yaw angle are calculated. The detected steering angle is then compensated by the steering angle compensation amounts and the target steering angle is calculated. A drive means M1 of a mechanism 10, which makes adjustment of the target steering angle, is feed-back controlled so that the actual steering angles of auxiliary steering wheels TRL, TRR detected through the means PR matches the calculated target steering angle.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of]

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-156302

(43)公開日 平成6年(1994)6月3日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 6 2 D 6/00

9034-3D

5/04

8609-3D

// B 6 2 D 101:00

105:00

113:00

審査請求 未請求 請求項の数1(全 13 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-319046

(22)出願日 平成4年(1992)11月27日

(71)出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 浜田 敏明

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 後藤 武志

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 杉信 興

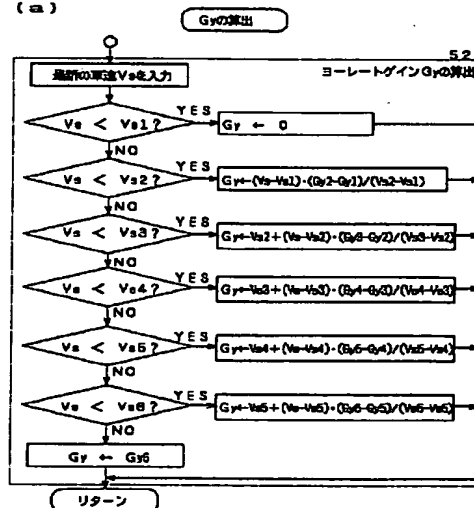
(54)【発明の名称】 車両の自動補助操舵装置

(57)【要約】

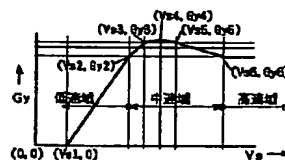
【目的】 ヨーレート応答の自動補助操舵において、車両進行方向のふらつきを防止する。

【構成】 ヨーレート検出手段(YS)が検出したヨー角速度および車速検出手段が検出した車輛速度に基づいて、車輛速度が低い領域では小さく、高い領域では比較的に大きく、該低い領域と高い領域の間の領域では更に大きい、該ヨー角速度を抑制するための補助操舵車輪の舵角補正分を決定する、第2舵角算出手段(50)；ステアリング舵角および車速に対応した第1舵角算出手段(20)が決定した舵角に第2舵角算出手段(50)が決定した操舵補正分の補正を施して目標舵角を決定する第3舵角算出手段(54)；および、補助操舵角が該目標舵角に合致する方向に補助操舵角調整機構(10)を駆動するフィードバック制御手段(60)；を備える。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】主操舵車輪の実舵角を検出する主操舵角検出手段；車両のヨー角速度を検出するヨーレイト検出手段；車両速度を検出する車速検出手段；主操舵角検出手段が検出した実舵角に基づいて、補助操舵車輪の主操舵対応の舵角を決定する、第1舵角算出手段；ヨーレイト検出手段が検出したヨー角速度および車速検出手段が検出した車両速度に基づいて、車両速度が低い領域では小さく、高い領域では比較的に大きく、該低い領域と高い領域の間の領域では更に大きい、該ヨー角速度を抑制するための補助操舵車輪の舵角補正分を決定する、第2舵角算出手段；第1舵角算出手段が決定した舵角に第2舵角算出手段が決定した舵角補正分の補正を施して目標舵角を決定する第3舵角算出手段；補助操舵車輪の実舵角を検出する補助操舵角検出手段；補助操舵車輪の向きを調整する補助操舵角調整機構；補助操舵角調整機構を駆動する駆動手段；および、
該駆動手段を介して、第3舵角算出手段が決定した目標舵角に補助操舵角検出手段が検出した実舵角が合致する方向に補助操舵角調整機構を駆動するフィードバック制御手段；を備える、車両の自動補助操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、主操舵車輪の操舵に連動して、補助操舵車輪の向きを自動的に調整する車両の自動補助操舵装置に関し、いわゆる自動車の4輪操舵システムに利用しうる。

【0002】

【従来の技術】一般に、自動車の4輪操舵システムにおける補助操舵車輪（通常は後輪）の操舵においては、主操舵車輪（通常は前輪）の操舵角に応じて、目標舵角を設定し、この目標舵角とセンサで検出した補助操舵車輪の実舵角との差分に応じて、電気モータを付勢し、補助操舵車輪の向きが目標舵角と一致するように制御している。ところで操舵が急激であると、車両の重心軸（垂直線）廻りの回転（ヨー角速度すなわちヨーレート）が速く、これにより横滑りを生ずるなど操縦性能が損なわれることがある。4輪操舵の場合には操縦性能が高い分この横滑りを防止する技術が重要である。特開昭59-100062号公報には、ヨー角センサを車両に備えて、車両のヨーレートに対応して補助操舵を制御する示唆があるが具体的な提示は見られない。特開昭60-161256号公報には、操舵角 θ に対するヨーレート Ys/θ の比（ヨーレートゲイン；ここでは Ys/θ ）が、操舵周波数（Hz）に対応して、それが1.0Hz前後で最も大きく、それより小さい領域と大きい領域で小さくなることが示されている。特開昭60-161256号公報には、安定した操縦性を得るためにはこのヨーレートゲイン Ys/θ を一定に維持するのが良いとして、ヨーレート（ヨー角速度）に対応する補助操舵量の関係を規定する

制御ゲイン $K1$ を車速の上昇につれて大きくするとか、運転者の手動操作による指示で変更する示唆がある。

【0003】一方、特開昭60-124572号公報には、主操舵角 S および車速 F に対応して目標角速度（ヨーレート）を算出し、かつヨーレートセンサで実際のヨーレートを検知して、実際のヨーレートが目標角速度に合致するように補助操舵量を定める補助操舵制御が提案されている。しかし、主操舵角 S および車速 F に対応した目標角速度すなわち運転状態に最適なヨーレートの提示はない。特開昭63-192667号公報には、上記特開昭60-124572号公報のヨーレートフィードバック制御ではドライバの操舵からヨーレート発生ならびに該ヨーレートの検出までに時間遅れがありこれにより操縦安定性は必ずしも改善されないとした上で、上記時間遅れを算出してこれに対応して制御出力に遅れを与えるヨーレートフィードバック制御を提示している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記特開昭60-161256号公報に示唆があるようにヨーレートに対応する補助操舵量の関係を規定する制御ゲイン $K1$ を車速の上昇につれて大きくすると、高速域での操舵ではヨーレートゲイン Ys/θ が大きいのでヨーレート対応の補助操舵量が大きくなり、車両進行方向のふらつき（ハンチング）を生ずる。車速対応の制御ゲイン $K1$ を小さく変更するとこのふらつきは現われにくくなるが、該高速域より低速の中速域で運転者が舵角を戻すときに車両進行方向のふらつきが現われ易くなる。前記特開昭60-124572号公報および特開昭63-192667号公報に示唆がある主操舵角 S および車速 F に対応した目標角速度の設定による、目標ヨーレート制御では、前述のように制御の遅れが問題となり、かつ演算および制御シーケンスの設定が難かしく安定した制御を実現しにくい。

【0005】本発明は、低速域から高速域に渡って車両進行方向の安定性が高い補助操舵制御を実現することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の車両の自動補助操舵装置は、主操舵車輪の実舵角を検出する主操舵角検出手段(PF)；車両のヨー角速度を検出するヨーレイト検出手段(YS)；車両速度を検出する車速検出手段(60)；主操舵角検出手段(PF)が検出した実舵角に基づいて、補助操舵車輪の主操舵対応の舵角を決定する、第1舵角算出手段(20)；ヨーレイト検出手段(YS)が検出したヨー角速度および車速検出手段が検出した車両速度に基づいて、車両速度が低い領域では小さく、高い領域では比較的に大きく、該低い領域と高い領域の間の領域では更に大きい、該ヨー角速度を抑制するための補助操舵車輪の舵角補正分を決定する、第2舵角算出手段(50)；第1舵角算出手段(20)が決定した舵角に第2舵角算出手段(50)が決定した舵角補正分の補正を施して目標舵角を決定する第

3 舵角算出手段(54)；補助操舵車輪の実舵角を検出する補助操舵角検出手段(PR)；補助操舵車輪の向きを調整する補助操舵角調整機構(10)；補助操舵角調整機構(10)を駆動する駆動手段(M1)；および、該駆動手段(M1)を介して、第3舵角算出手段(54)が決定した目標舵角に補助操舵角検出手段(PR)が検出した実舵角が合致する方向に補助操舵角調整機構(10)を駆動するフィードバック制御手段(60)；を備える。

【0007】なお上記括弧内に示した記号は、後述する実施例中の対応する要素の符号を参考までに示したものであるが、本発明の各構成要素は実施例中の具体的な要素のみに限定されるものではない。

【0008】

【作用】第1舵角算出手段(20)が、主操舵角検出手段(PF)が検出した実舵角に基づいて補助操舵車輪の主操舵対応の舵角を決定し、第2舵角算出手段(50)が、ヨーレート検出手段(YS)が検出したヨー角速度および車速検出手段が検出した車両速度に基づいて車両速度が低い領域では小さく高い領域では比較的に大きく該低い領域と高い領域の間の領域では更に大きい、ヨー角速度を抑制するための補助操舵車輪の舵角補正分を決定し、第3舵角算出手段(54)が、第1舵角算出手段(20)が決定した舵角に第2舵角算出手段(50)が決定した舵角補正分の補正を施して目標舵角を決定する。そして、フィードバック制御手段(60)が、駆動手段(M1)を介して、第3舵角算出手段(54)が決定した目標舵角に補助操舵角検出手段(PR)が検出した実舵角が合致する方向に補助操舵角調整機構(10)を駆動する。これにより、主操舵角検出手段(PF)が検出した実舵角、ヨーレート検出手段(YS)が検出したヨー角速度および車速検出手段が検出した車両速度に対応した目標舵角が決定されて、フィードバック制御手段(60)により、補助操舵車輪の向きが目標舵角に設定される。

【0009】該目標舵角の一部分である、ヨー角速度を抑制するための補助操舵車輪の舵角補正分が、車両速度が低い領域では小さく高い領域では比較的に大きく該低い領域と高い領域の間の領域では更に大きいので、高速域でヨーレート抑制用の舵角補正分が過分になることなく、車両進行方向のふらつき(ハンチング)を生じない。中速域ではヨーレート抑止用の舵角補正分が十分に発生し運転者が舵角を戻すときに車両進行方向のふらつきが現われない。このように適正な舵角補正分が与えられるので、高速走行時に横風等による車両進行方向のふらつきを生じない。また中速域での車両ターンが円滑になり車両ターン中の進行方向および車両ターン終了のためのステアリングの戻しでの進行方向の安定性が高く、車両の操縦性が向上する。

【0010】本発明の他の目的および特徴は、図面を参照した以下の実施例の説明より明らかになる。

【0011】

【実施例】自動車の4輪操舵システムに本発明を適用し

た実施例のシステム全体の構成を図1に示す。まず、図1を参照してシステムの概略を説明する。前側の車輪TFL及びTFRは、ドライバがステアリングホイールWHを回すことによって、手動で操舵することができる。即ち、ステアリングホイールWHが回転すると、それに連結された軸SSが回転し、図示しないラック&ピニオン機構を介して、軸SSと連結されたロッドFSRが左右方向に移動する。ロッドFSRの左右方向の移動に伴って、車輪TFL及びTFRの向きが変わる。一方、後側の車輪TRL及びTRRの向きも調整可能になっており、この操舵は前輪側の舵角および車速に応じて自動的に調整されるように構成されている。

【0012】前輪側ステアリング機構の軸SS先端のピニオン近傍には、ドライバのステアリングホイール操作による、前輪の操舵角を検出するための前輪舵角センサが設置されている。また、後輪の操舵角は、前輪の操舵角および車速に応じて調整することが望ましいので、後側の車輪TRL及びTRRの近傍には、それぞれの車輪の回転速度を検出するための車輪速センサVL及びVRが設置されている。更に、車両ターン時の進行方向のふらつきを抑制するヨーレート対応のフィードフォワード舵角補正制御を実施するため、ヨーレートセンサYSが車両に搭載されている。

【0013】後輪の操舵機構には電気モータM1があり、これを駆動することによって、ロッド1が左右方向に移動し、後輪TRL及びTRRの向きが変わる。また、電気モータM1が故障した場合に、後輪の操舵位置を中央に戻すために、補助用の電気モータM2と電磁クラッチCLが設けられている。後輪の操舵機構には、その操舵角を検出するための後輪舵角センサPRが備わっている。また電気モータM1には、その駆動軸の回転を検出するセンサRSが備わっている。

【0014】図2に後輪操舵機構10の主要部分を示し、そのIII-III線断面を図3に示す。図2は図3のII-II線断面を示している。図2及び図3を参照しこの機構を説明する。まず図2を参照すると、ロッド1は、左端がボールジョイント2Lを介して、左後輪の舵角を調整するナックルアーム3Lと接続され、右端がボールジョイント2Rを介して、右後輪の舵角を調整するナックルアーム3Rと接続されている。またロッド1は、車体に固定されたハウジング4の内部に支持されており、軸方向つまり左右方向に移動自在になっている。ロッド1が左右方向に移動すると、各ナックルアーム3L、3Rが動き、左後輪及び右後輪の向きが変わる。ロッド1には、以下に説明する駆動力伝達機構を介して、電気モータ(主モータ)M1が接続されており、M1を駆動することによって、後輪の自動操舵が実施される。

【0015】ロッド1にはラック1aが形成してあり、該ラック1aにピニオンギア5aが噛み合っている。図3に示すように、ピニオンギア5aが形成された回転子

5には、径の大きなウォームホイール5bも形成されている。更にこのウォームホイール5bには、ウォーム6aが噛み合っている。再び図2を参照すると、ウォーム6aが形成された駆動軸6の左端には、電気モータM1の駆動軸が結合されている。従って、電気モータM1を駆動すると、その駆動力によってウォーム6aが回転し、それと噛み合ったウォームホイール5bが回転し、ウォームホイール5bと同軸のピニオン5aが回転し、ラック1aが左右方向に移動して後輪を操舵する。

【0016】なお、ウォーム6aとウォームホイール5bとで構成されるウォームギアにおいては、逆効率がゼロになるように、つまりウォーム6aの回転駆動によりウォームホイール5bを動かすことはできるが、ウォームホイール5bの回転によりウォーム6aを動かすことはできないように構成してある。従って、路面からの反力が大きい場合であっても、その力によってウォームホイール5bが回転することはないので、電気モータM1に大きな外力が印加される恐れはない。

【0017】駆動軸6の右側には、電磁クラッチCLを備えるギア機構と電気モータ（副モータ）M2が設けられている。電気モータM2の駆動軸にはウォーム7が形成されており、該ウォーム7にウォームホイール8aが噛み合っている。ウォームホイール8aが形成された回転子8は、中空に形成されており、その内側に回転子9が配置されている。回転子8の内壁と回転子9の外周に形成されたスプライン12によって回転子8と回転子9は係合しており、回転方向に対しては両者は連結され、軸方向には両者は相対移動自在になっている。但し、外側の回転子8は軸方向には動かないようにハウジング4に支持されている。

【0018】回転子8の小径部の外周に装着された圧縮コイルスプリング11が、内側の回転子9を右側（矢印AR1方向）に常時付勢している。また回転子9に連結された磁性体コア13の近傍に電気コイル14が配置しており、電気コイル14に通電すると、回転子9はスプリング11の力に対抗して左側（矢印AR1と逆方向）に移動する。回転子9には、その左端面に突出する形で設けられた複数のピン15が装着されており、駆動軸6の右端に固着された連結板16のフランジ部には、ピン15と対向する位置に穴16aが形成されている。

【0019】電気コイル14を通電しない時には、スプリング11の力によって回転子9が右方に移動するので、ピン15と穴16aとの係合は生じない。しかし電気コイル14に通電すると、回転子9が左方に動きピン15が連結板16のフランジ部に当接する。そして回転子9が回転するとピン15は穴16aの内部に押し込まれる。ピン15が穴16aの内部に入ると、回転子9と連結板16とが確実に連結され、回転子9の回転力は連結板16を介して駆動軸6に伝達される。電気コイル14の通電を停止すれば、再びスプリング11の力によ

て回転子9が右方に移動するので、ピン15と穴16aとの係合は外れる。

【0020】電気モータM2を駆動すると、ウォーム7が回転し、それと噛み合ったウォームホイール8aを介して回転子8が回転する。回転子8の回転は、スプライン12を介して内側の回転子9に伝達される。電磁クラッチCLの電気コイル14が通電されていると、ピン15と連結板16とが連結されるので、回転子9の回転が駆動軸6に伝達され、駆動軸6が回転するので、電気モータM1を駆動する場合と同様にして、後輪が操舵駆動される。

【0021】電気モータM2は、ウォーム7とウォームホイール8aを介して駆動軸6に連結されるので、電気モータM1の場合に比べて小さな力で駆動軸6を動かすことができる。逆に電気モータM1側からみると、電気モータM2等は非常に大きな負荷になりうるが、電磁クラッチCLをオフにすることによって、連結板16と回転子9とが分離されるので、実際の後輪操舵駆動時には、電気モータM2等の影響をなくすることができる。また、減速比が大きいため電気モータM2による後輪操舵系の動作速度はM1と比べるとかなり遅くなるが、この実施例では、電気モータM2は装置の故障時に後輪操舵系の向きを中央に戻すために利用されるので、高い応答速度は不要である。

【0022】図3を参照すると、ハウジング4に装着された位置センサ（ポテンシオメータ）PRのロータに結合されたアーム17が回転子5に形成された穴に係合している。この位置センサPRは後輪の舵角を検出するために利用される。また図2に示すように、電気モータM1には、その回転量を検出するセンサRSが備わっている。この実施例では、M1はブラシレス交流モータであり、センサRSは電気モータM1の磁極の移動を検出する磁極センサを構成している。このセンサRSは、電気モータM1の回転に伴って三相のパルス信号を出力する。

【0023】次に、図9を参照して前輪舵角センサPFの取付部分の構造を説明する。図9は、前輪側ステアリング機構の軸SSの先端近傍、即ちステアリングギアボックス部分を示しており、図10は図9のA-A線断面を示している。また前輪舵角センサPFのセンサ組体の構造を図11に示す。図9を参照すると、ロッドFSRに形成されたラック73と、ピニオン72とによってラック&ピニオン機構が構成されている。また、入力軸SS側のピニオン72とパワーステアリングバルブ71との間に、ウォーム82が設置されており、該ウォーム82と噛み合う位置にウォームホイール81が設置されている。図10に示すように、ウォームホイール81の軸83が、前輪舵角センサPFに連結されている。図11に示すように、前輪舵角センサPFの内部には、ポテンシオメータ基板86、ブラシホルダ84及び摺動子85

が備わっており、摺動子85とポテンショメータ基板86との当接位置には、抵抗皮膜が形成してある。入力軸SSが回動し、ウォームホイール81が回動すると、軸83が回動し、摺動子85とポテンショメータ基板86上の抵抗皮膜との当接位置が変わる。従って、入力操舵角に応じた電気信号を前輪舵角センサPFから出力することができる。

【0024】このように、ビニオン72とパワーステアリングバルブ71との間に設置したウォーム82によって入力軸SSの回転を検出し、その回転位置の信号を前輪舵角センサPFで出力することによって、ステアリングシャフトのねじれやジョイント部分のねじれ等の影響を受けない、非常に正確な絶対舵角信号を得ることができる。この前輪舵角センサPFの検出特性の例を図12に示す。

【0025】この4輪操舵システムの電気回路の構成を図4に示す。図4を参照すると、制御ユニットECUの入力端子には、ヨーレートセンサYS、前輪舵角センサPF、後輪舵角センサPR、後輪車輪速センサVL、VR、及び磁極センサRSが接続され、ECUの出力端子には電気モータM1、M2及びソレノイド14が接続されている。この例では、前輪舵角センサPF及び後輪舵角センサPRは各々ポテンショメータであり、ヨーレートセンサYSはアナログ電圧信号を出力するので、それらが出力する信号は、A/D変換器ADCを介して、マイクロコンピュータCPUに印加される。また、後輪車輪速センサVL、VR、及び磁極センサRSが出力する信号は、パルス信号なので、それらの信号は直接、マイクロコンピュータCPUに印加される。また、各センサの故障（断線、ショート、検出値異常等）を検出するために、異常検出器U1が設けられており、前輪舵角センサPF、後輪舵角センサPR、後輪車輪速センサVL、VR、及び磁極センサRSの出力は、異常検出器U1にも接続されている。マイクロコンピュータCPUは、ドライバDV1を介して、電気モータM1を駆動する。異常検出器U1が異常を検出した場合には、ドライバDV1は付勢禁止状態に制御され、中立復帰制御回路U2に中立復帰信号が印加される。中立復帰制御回路U2は、異常検出器U1又はマイクロコンピュータCPUから中立復帰信号を受けると、ドライバDV2を介して電気モータM2を制御し、ドライバDV3を介してソレノイド14を制御し、後輪操舵機構を中立位置に戻す。後輪操舵機構が中立位置に戻ると、マイクロコンピュータCPUが中立復帰完了信号を出力するので、中立復帰制御回路U2は電気モータM2を停止する。なお、図4においてはマイクロコンピュータCPUを1つのブロックのみで示してあるが、実際には、全体の処理能力を上げるため、独立した2つのマイクロコンピュータを組合せてCPUを構成してある。

【0026】この4輪操舵システムの主要制御系の具体

的な構成を図5に示す。なお、この制御系の大部分の処理はマイクロコンピュータCPUのソフトウェアの実行によって実現されており、一方のマイクロコンピュータが後輪の目標舵角AGLAを生成し、もう一方のマイクロコンピュータがAGLAを入力して後輪操舵機構の位置決めサーボ制御（後輪操舵を目標操舵に合致させるフィードバック制御）を実行するように構成してある。

【0027】まず、後輪の目標舵角AGLAを生成する処理について説明する。簡単に言えば、前輪の実舵角に車速対応の係数（ゲイン）を乗算して主操舵対応の舵角を算出し、かつ車両ターン時の車両進行方向のふらつきを抑止するため車両ヨーレートに車速対応の係数（ゲイン）を乗算して舵角補正分を算出し、これら算出した舵角および舵角補正分より目標舵角AGLAを定める。詳しくは、前輪舵角センサPFによって検出される前輪舵角値に、変換部21A、21Bに通して低角度値は0に過大角度は飽和値に、不感帯処理およびリミット処理を施して検出舵角値を制御演算用の舵角値に変換し、一方、車速Vsに対応するゲインを変換部22で算出し、掛算部23によって制御演算用の舵角値（変換値）に車速対応ゲインを乗算して実舵角対応の補助操舵舵角（所要値）を算出する。また、ヨーレートセンサYSによって検出されるヨーレートYsは、変換部51に通して低値は0に過大値は飽和値に、不感帯処理およびリミット処理を施して検出ヨーレートを制御演算用のヨーレート値に変換し、一方、車速Vsに対応するゲインを変換部52で算出し、掛算部53によって制御演算用のヨーレート（変換値）に車速対応ゲインを乗算して検出ヨーレート対応の舵角補正分を算出する。そして、加算器54にて、補助操舵舵角（所要値）に検出ヨーレート対応の舵角補正分を加えて目標舵角AGLAとして、フィードバック制御部60に出力する。

【0028】ここで、変換部52で発生するゲイン（グラフ）を説明する。車速Vsに対してゲインは図8の（b）に示すように設定されている。すなわち、Vs = Vs2までの低速域では、Vs1まではゲインGy = 0、Vs1以上Vs2ではGyは車速Vsに比例した値である。したがって低速域では検出ヨーレート対応の舵角補正分は小さい。Vs2以上Vs6未満の中速域では、Vs4のときをピークとしてゲインは山をなし最も高い。この速度領域は車速が比較的に高くしかも比較的に大きい角度の速い操舵が行なわれる可能性が高い領域であり、横滑すべりし易い高いヨーレートが発生し易い。ここでは検出ヨーレートを十分に抑制するように、大きな舵角補正分が発生し過大なヨーレートの発生が抑制され、すなわち急旋回が抑制され、これにより車輛ターン終了時のステアリングの戻し遅れによる過分な進路変化が未然に抑制されることになる。つまり車輛ターン終了時のふらつきを生じなくなる。Vs6以上の高速域では、ゲインは中速域より低い定値に定められておりこ

れにより、横風や路面傾斜等によるヨーレートに過敏に反応することがなく進行方向のふらつきを生じない。CPUは、図8の(b)に示す6点の車速対ゲインデータ(0, 0)~(Vs6, Gy6)と、各時点の車速Vsに基づいて、いわゆる補間法により、車速Vsに対応するゲインGyを算出する。この内容を図8の(a)に示す。

【0029】なお、変換部21Aのブロック内に示すグラフは、車速Vsに対応した不感帯値(幅値)を示し、車速Vsに対応する不感帯値がブロック21Aから読み出されて変換部21Bに与えられる。変換部21Bでは、変換特性(グラフ)の不感帯幅を、与えられたものに設定して、前輪舵角(検出値)を制御演算用の舵角値(変換値)に変換する。変換部22のゲイン(グラフ)は、車速Vsが設定値のとき0、設定値未満では負値、設定値を越える値では正値であり、負値は前輪舵角に対して後輪舵角を逆極性(向きが反対:急旋回)とする目標舵角(AGLA)を生成する。正値は前輪舵角に対して後輪舵角を同極性(向きが同じ:緩旋回)とする目標舵角(AGLA)を生成する。車輛ターンが時計回りの場合の前輪の向き(角度)を正値としそのとき発生するヨーレートの極性を正すると、車輛ターンによるヨーレートを抑制するための前記舵角補正分は、負極性のヨーレートを発生するためのものとなる。すなわち、検出されるヨーレートに対して、前記舵角補正分は極逆性の値となる。したがって加算器54に与えられる乗算器53の出力は正、又は負値であり、加算器54は、制御演算用の舵角値(変換値:22の出力が正、又は負の値であるので変換値も正、又は負)に、舵角補正分(正、又は負)加算した目標舵角(AGLA:正又は負)をフィードバック制御部60に出力する。目標舵角AGLAが正値であるとこれは後輪の時計回り方向の操舵を指示し、負値は反時計方回り方向の操舵を指示する。

【0030】なお、検出車速Vsは、この実施例では、車輪速センサVR及びVLが検出した車輪速の平均値、即ち(VRの速度+VLの速度)/2であり、これは平均車速計算部41が算出する。

【0031】次にフィードバック制御部60について説明する。この制御部60は、基本的にはPD(比例・微分)制御系を構成しており、目標舵角AGLAと、検出された実舵角RAGLとの偏差 ΔAGL に応じた制御量を出力するように構成してある。微分制御系61の出力DAGLAと比例制御系52の出力PAGLAとが加算部35で加算され、制御量HPIDとして出力される。

【0032】比例制御系52においては、入力値 ΔAGL は変換部31Bを通してETH3に変換され、掛算部36で比例ゲインGa17と掛算され、その結果が出力PAGLAになる。この例では、ゲインGa17は定数である。

【0033】微分制御系61においては、入力値 ΔAGL は変換部31Aを通してETH2に変換され、減算部

33において、入力値ETH2(最新の値)と遅延部32を通った入力値ETH2(所定時間前の値)との差分が計算され、それによってETH2の変化速度、即ち微分値SETH2が得られる。掛算部34では、微分値SETH2と微分ゲインYTDIFGAINとを掛けた値が、微分制御系61の出力DAGLAとして得られる。

【0034】微分ゲインYTDIFGAINは、この例では、目標舵角AGLAの微分値(変化速度)に基づいて決定される変数である。即ち、減算部38において、入力値AGLA(最新の値)と遅延部37を通った入力値AGLA(所定時間前の値)との差分が計算され、それによってAGLAの変化速度、即ち微分値SAGLAが得られ、微分値SAGLAを変換部39に通した結果が、微分ゲインYTDIFGAINになる。なお、変換部31A、31B及び39の各ブロック内に示すグラフは、各々の変換特性を示しており、横軸が入力値、縦軸が出力値を示している。

【0035】変換部31Aの変換特性を図6に示す。図6を参照して説明する。まず、入力値 ΔAGL の値が正の領域に注目すると、0からP1Pまでの範囲では出力値ETH2は0になり、P1PからP2Pまでの範囲では、出力値ETH2は入力値 ΔAGL に比例して一定の傾きで変化し、P2Pを越えると出力値ETH2は一定値LPに制限される。同様に入力値 ΔAGL の値が負の領域に注目すると、0からP1Nまでの範囲では出力値ETH2は0になり、P1NからP2Nまでの範囲では、出力値ETH2は入力値 ΔAGL に比例して一定の傾きで変化し、P2Nより小さくなると出力値ETH2は一定値LNに制限される。つまり、入力値のP1NとP1Pとの間是不感帯であり、常にETH2が0になるので、微分制御系の出力も0になる。なお、変換部31Bの特性も図6と同様の形になっている。

【0036】この実施例では、変換部31A及び31Bの不感帯は、調整可能になっており、図5に示す不感帯調整部42が、車速Vsの大小に応じて自動的に不感帯の幅を調整するように構成してある。実際には図6に示すように、実線で示す中速及び高速の時の特性に比べて、仮想線で示す低速の時の特性では、不感帯の幅が大きくなるように調整される。

【0037】例えば、自動車を車庫入れする場合のように低速の時には、不感帯範囲の幅が大きくなるので、ドライバが頻繁にステアリングホイールを操作したとしても、小さい舵角変化には反応しないので、後輪の操舵頻度が低下し、従って後輪の操舵駆動に要するエネルギーが低減される。しかし、通常走行時のように車速が中速又は高速の時には、不感帯範囲の幅が小さくなるので、目標舵角と実舵角との差が低速時に比べて小さくなり、後輪の操舵位置決め精度が高くなるので、高い走行安定性が得られる。

【0038】図5に示す変換部21B、31A、31B

及び不感帯調整部21A、42Bに相当する、マイクロコンピュータCPUの処理の内容を図7に示す。図7を参照して説明する。不感帯調整処理(42)では、まず、最新の実車速を入力する。そして、まず車速Vsに対応したブロック21B用の不感帯幅値を読み出し、同様に車速Vsに対応したブロック31A、31B用の不感帯幅値を読み出し、各変換ブロック(グラフ)の不感帯幅(変換特性)を定める(21A、42)。つまり、変換部31Aに関しては、例えば図6におけるP2N、P1N、P1P及びP2Pの値を定める。

【0039】次に、まず舵角変換部21Bで検出舵角を制御演算用の舵角に変換する(21B)。そして微分制御系の変換部31Aで、偏差 ΔAGL を微分演算用偏差ETH2に変換する。

【0040】微分制御の変換処理(31A)では、まず、最新のパラメータを入力する。即ち、直前の不感帯調整処理42によって調整された最新の変数P2N、P1N、P1P及びP2Pの値を入力する。そして、入力値 ΔAGL の値をチェックして、それがどの領域に属するかを識別し、その結果に応じた計算を実施して出力値ETH2を求める。即ち、 $\Delta AGL > P2P$ であれば、上限値LPをETH2にストアし、 $P1P < \Delta AGL \leq P2P$ であれば、 $(\Delta AGL - P1P) \times k1$ をETH2にストアし、 $P1N \leq \Delta AGL \leq P1P$ であれば、ETH2に0をストアし、 $P2N \leq \Delta AGL < P1N$ であれば、 $(\Delta AGL - P1N) \times k1$ をETH2にストアし、 $\Delta AGL < P2P$ であれば、下限値LNをETH2にストアする($k1$ は傾きの定数)。ETH2の値が、偏差 ΔAGL の微分演算用の変換値である。

【0041】次の比例制御の不感帯処理(31B)でも、上記微分制御の場合と同様の処理を実行する。但し、計算のパラメータは比例制御に割り当てられたものを使用する。前記舵角変換部21Bでの、検出舵角の制御演算用の舵角への変換(21B)の内容も同様である。

【0042】再び図5を参照して説明を続ける。加算器30から出力される制御量HPIDは、変換部43を通過してHPID2になり、更に変換部44を通過してデューティ値DUTYになる。変換部43はリミッタとして機能する。また変換部44は、偏差舵角値からデューティ値への変換機能を有する。デューティ値DUTYは、パルス幅変調(PWM)部45に入力される。パルス幅変調部45は、入力値に対応するデューティのパルス信号を生成し、ドライバDV1に印加する。電気モータM1が回転すると、その回転量に応じたパルスが磁極センサRSから出力される。舵角変換部46では、磁極センサRSが出力する三相のパルスの位相から回転方向を識別し、その方向に応じて加算方向又は減算方向にパルス数を計数し、舵角を計算する。ここで計算される舵角は相対的なものであるが、予め後輪舵角センサPRが出力す

る実舵角を利用して校正を実施しておき、実舵角と同一の値が得られるように処理する。つまり、舵角変換部46は実舵角RAGLを出力する。減算部47は、目標舵角AGLと実舵角RAGLとの差分、即ち舵角偏差 ΔAGL を制御部30に入力する。

【0043】なお上記実施例においては、変換部21A、21B、22、31A、31B、51、52の、処理を実行するのに、計算によって、変換結果を求めているが、例えば全ての入力値と出力値との関係をテーブルに記憶しておき、テーブルルックアップによって変換結果を得るように変更してもよい。

【0044】また上記実施例では、制御の大部分をマイクロコンピュータCPUのソフトウェアの実行によって実現しているが、当然のことながら一般の論理回路やアナログ回路などで置き替えることも可能である。

【0045】以上に説明した実施例によれば、例えば自動車を車庫入れする場合のように低速の時には、変換部21B、31Aおよび31Bの不感帯幅が大きくなるので、ドライバが頻繁にステアリングホイールを操作したとしても、中立位置近傍の小さい舵角変化には反応しないので、また、小さな偏差(目標舵角-後輪検出舵角)には反応しないので、補助操舵車輪の操舵頻度が低下し、従って補助操舵車輪の操舵駆動に要するエネルギーが低減される。しかし、車速Vsが次第に上昇するにつれて不感帯幅が小さくなり、例えば通常走行時のように車速が中速又は高速の時には、不感帯幅が小さく、中立位置近傍の小さい舵角変化に反応した小さな偏差(目標舵角-後輪検出舵角)に反応して、後輪自動操舵が行なわれる。高速であるほど車両方向変更のための操舵量は少いが、これに対して敏感に後輪自動操舵が行なわれ、特に、小さな偏差(目標舵角-後輪検出舵角)に反応する後輪自動操舵(横風や路面傾斜等により発生するヨーレートに反応する進行方向ずれを抑制する後輪自動操舵)が効果を表わす。加えて、フィードバック制御部60がPD制御を行なうので、更には微分(D)項のゲインを目標舵角の変化速度(微分値)に対応して変換部39で、変化速度の絶対値が大きいたまには大きいゲインに定めるので、目標舵角の速い変化のとき、すなわち速い応答が必要なときには、より大きな自動操舵量出力することになり、運転状態の速い変化に対しての応答性が高い。

【0046】更には、目標舵角の一部分である、ヨーレートを抑制するための後輪の舵角補正分が、変換部52が車速に対応して発生するゲインにより、車輛速度が低い領域では小さく高い領域では比較的大きく該低い領域と高い領域の間の領域では更に大きいので、高速域でヨーレート抑制用の舵角補正分が過分になることなく車輛進行方向のふらつき(ハンチング)を生じない。中速域ではヨーレート抑止用の舵角補正分が十分に発生し運転者が舵角を戻すときに車輛進行方向のふらつきが現わ

れない。このように適正なヨーレート対応の舵角補正分が与えられるので、高速走行で横風等によって進行方向がふらつくことがなく、中速域での車輪ターンが円滑になり車輪ターン中の進行方向および車輪ターン終了のためのステアリングの戻しでの進行方向の安定性が高く、車輪の操縦性が向上する。

【0047】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、高速走行で横風等によって進行方向がふらつくことがなく、中速域での車輪ターンが円滑になり車輪ターン中の進行方向および車輪ターン終了のためのステアリングの戻しでの進行方向の安定性が高く、車輪の操縦性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例のシステム全体の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1に示す後輪操舵機構10の主要部分を示す断面図である。

【図3】 図2のIII-III線断面を示す断面図である。

【図4】 図1に示すシステムの電気回路の構成を示すブロック図である。

【図5】 図4に示す制御系ECUの詳細な機能構成を示すブロック図である。

【図6】 図5に示す変換部31Aの変換特性を示すグラフである。

【図7】 図4に示すマイクロコンピュータCPUの処理の一部分を示すフローチャートである。

【図8】 (a)は図4に示すマイクロコンピュータCPUの処理の他の一部分を示すフローチャートであり、(b)は図5に示す変換部52の変換特性を示すグラフである。

【図9】 図1に示す前輪のステアリングギアボックス部分を示す縦断面図である。

【図10】 図9のA-A線断面図である。

*

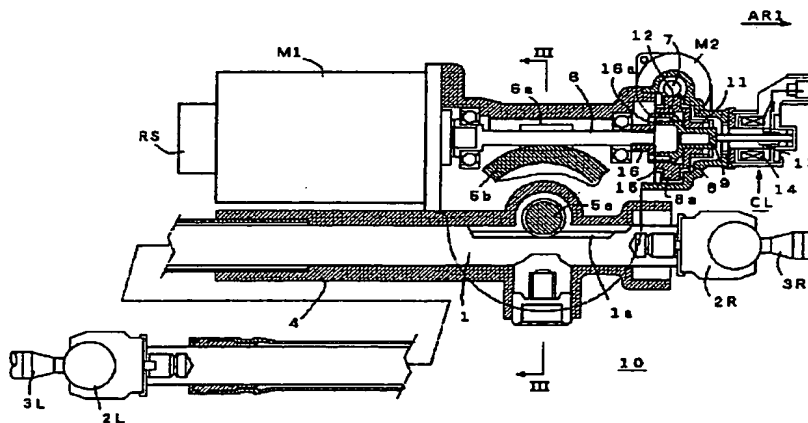
*【図11】 図9のA-A線拡大断面図であり、前輪舵角センサ組体を示す。

【図12】 図11に示す前輪舵角センサPFの特性を示すグラフである。

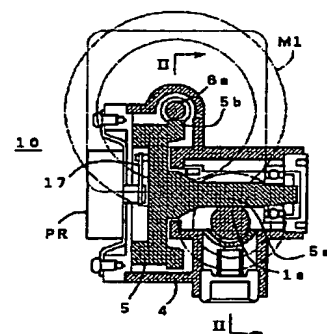
【符号の説明】

- | | |
|------------------------|-----------------|
| 1: ロッド | 1a: ラック |
| 2L, 2R: ボールジョイント | 3L, 3R: ナックルアーム |
| 4: ハウジング | 5: 回転子 |
| 5b: ウォームホイール | 5a: ウォーム |
| 7: ウォーム | 8, 9: 回転子 |
| 10: 後輪操舵機構 | 11: 圧縮コイルスプリング |
| 12: スプライン | 14: 電気コイル |
| 15: ビン | 16: 連結板 |
| 16a: 穴 | |
| 20 M1, M2: 電気モータ | RS: 磁極センサ |
| PF: 前輪舵角センサ | PR: 後輪舵角センサ |
| VR, VL: 後輪車輪速センサ | CL: 電磁クラッチ |
| YS: ヨーレートセンサ | ECU: 制御ユニット |
| CPU: マイクロコンピュータ | DV1~DV |
| 3: ドライバ | |
| 30 ADC: A/D変換器 | |
| TFL, TFR, TRL, TRR: 車輪 | |
| WH: ステアリングホイール | |

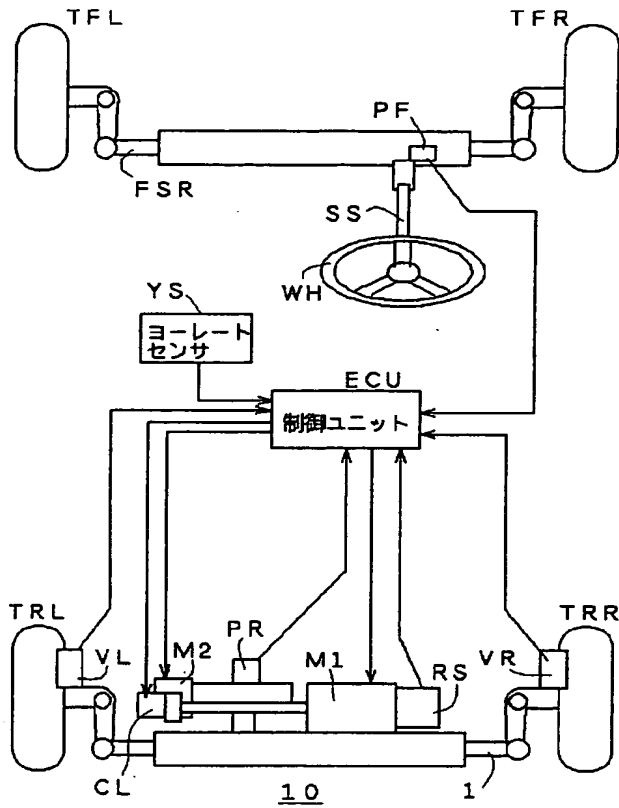
【図2】



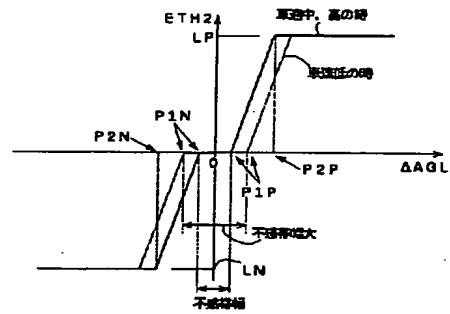
【図3】



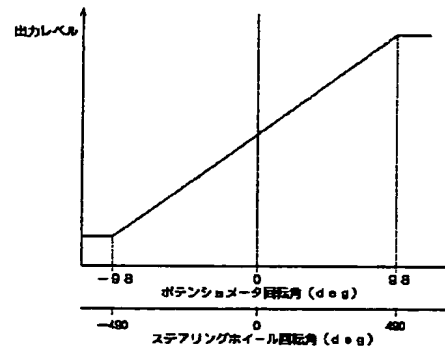
【図1】



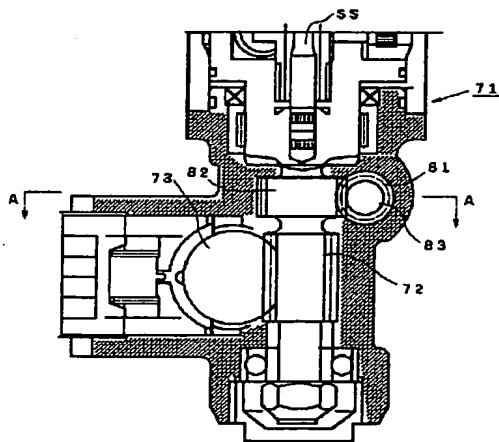
【図6】



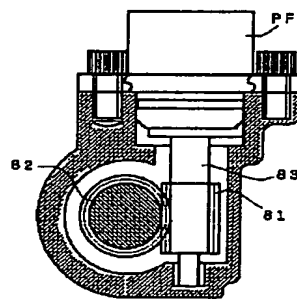
【図12】



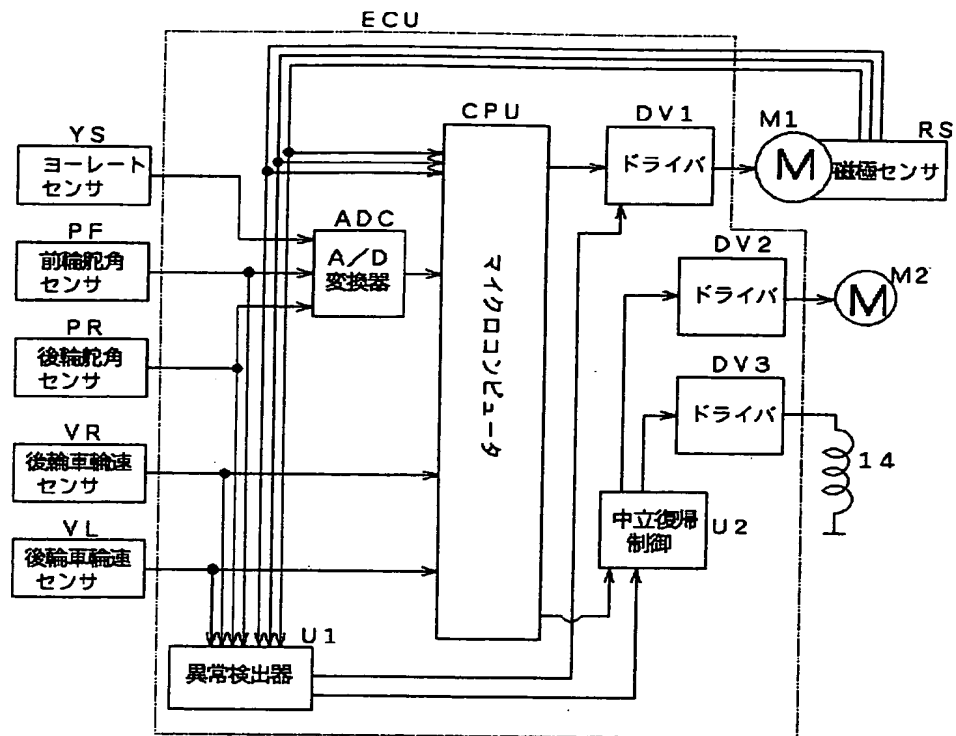
【図9】



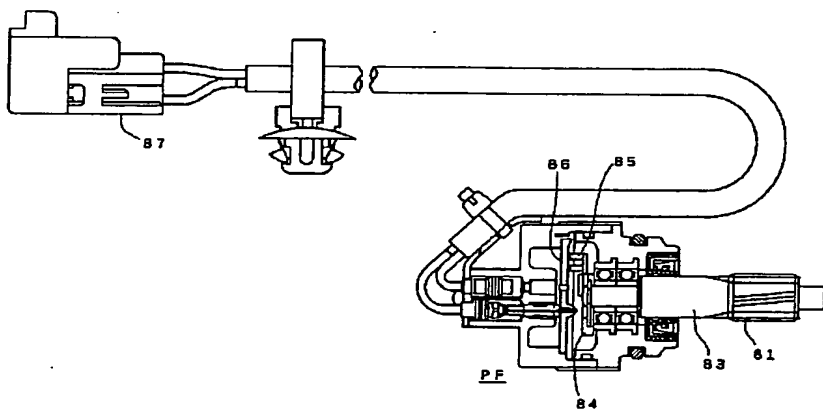
【図10】



【図4】



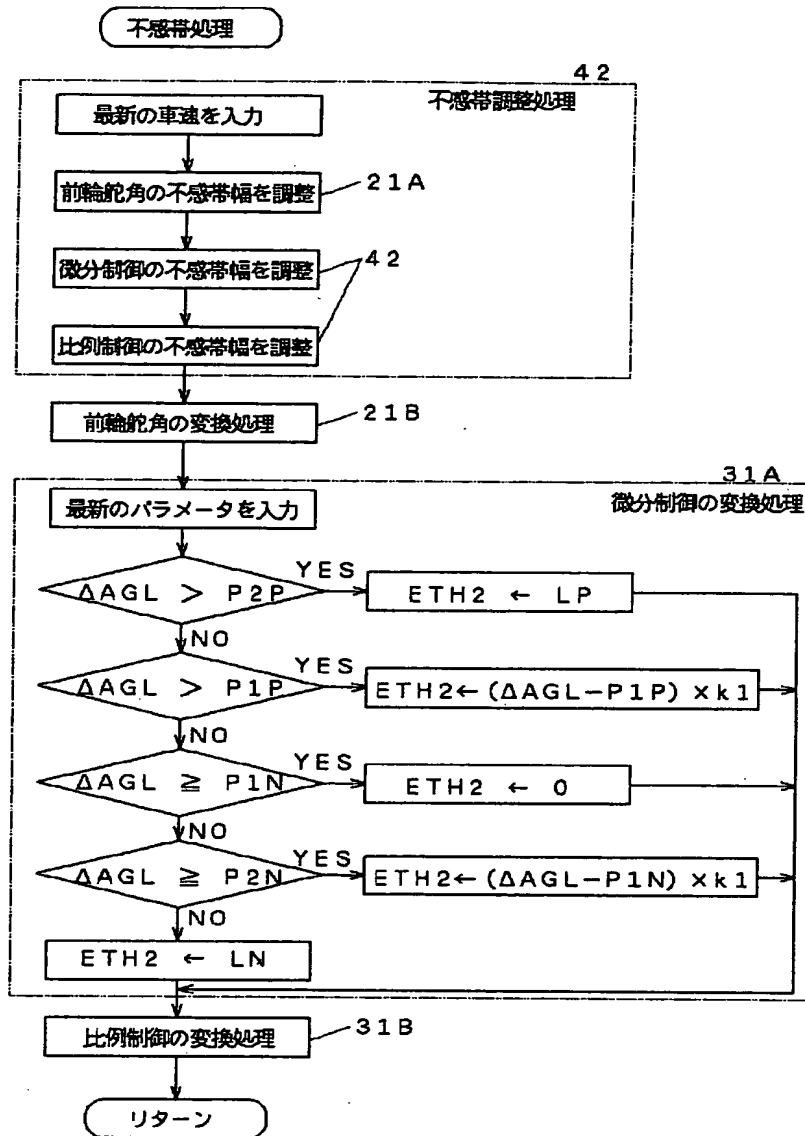
【図11】



The diagram illustrates a vehicle control system with the following components and signal flow:

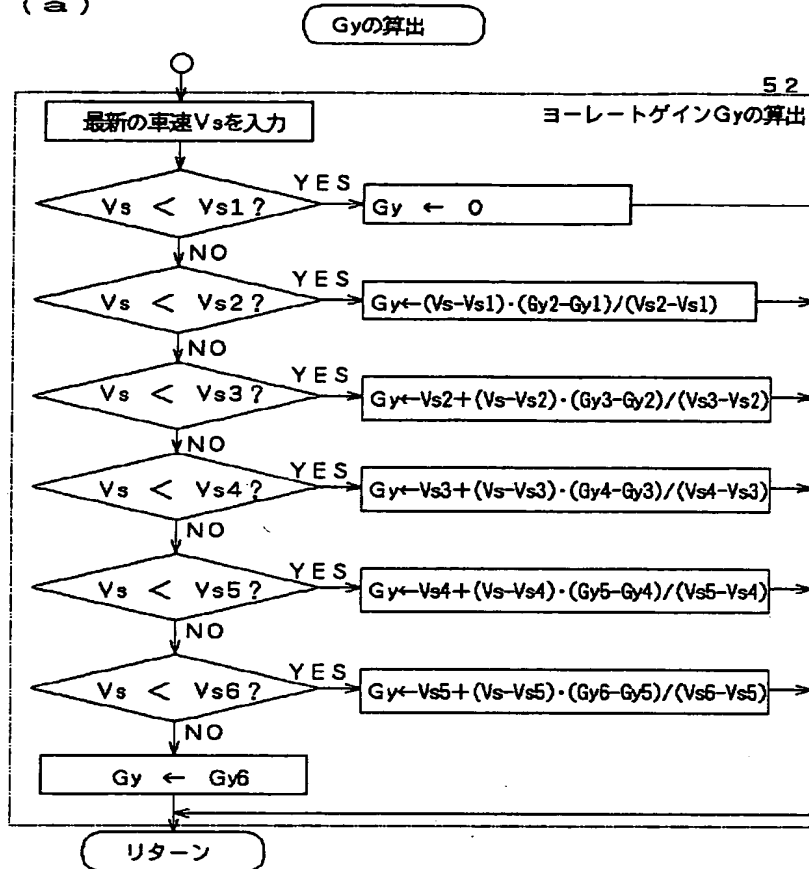
- Inputs:**
 - 前輪舵角 (Front wheel steering angle) - 30
 - 右車輪速度 (Right wheel speed) - 31A
 - 左車輪速度 (Left wheel speed) - 31B
- Processing Blocks:**
 - 21A: 不感帯調整 (Dead zone adjustment)
 - 21B: 不感帯 (Dead zone)
 - 22: 平均車速計算 (Average speed calculation)
 - 23: 乗算 (Multiplication)
 - 24: 乗算 (Multiplication)
 - 25: 乗算 (Multiplication)
 - 26: 乗算 (Multiplication)
 - 27: 乗算 (Multiplication)
 - 28: 乗算 (Multiplication)
 - 29: 乗算 (Multiplication)
 - 30: 乗算 (Multiplication)
 - 31A: 乗算 (Multiplication)
 - 31B: 乗算 (Multiplication)
 - 32: 乗算 (Multiplication)
 - 33: 乗算 (Multiplication)
 - 34: 乗算 (Multiplication)
 - 35: 乗算 (Multiplication)
 - 36: 乗算 (Multiplication)
 - 37: 乗算 (Multiplication)
 - 38: 乗算 (Multiplication)
 - 39: 乗算 (Multiplication)
 - 40: 乗算 (Multiplication)
 - 41: 乗算 (Multiplication)
 - 42: 乗算 (Multiplication)
 - 43: 乗算 (Multiplication)
 - 44: 乗算 (Multiplication)
 - 45: 乗算 (Multiplication)
 - 46: 乗算 (Multiplication)
 - 47: 乗算 (Multiplication)
 - 48: 乗算 (Multiplication)
 - 49: 乗算 (Multiplication)
 - 50: 乗算 (Multiplication)
 - 51: 乗算 (Multiplication)
 - 52: 乗算 (Multiplication)
 - 53: 乗算 (Multiplication)
 - 54: 乗算 (Multiplication)
 - 55: 乗算 (Multiplication)
 - 56: 乗算 (Multiplication)
 - 57: 乗算 (Multiplication)
 - 58: 乗算 (Multiplication)
 - 59: 乗算 (Multiplication)
 - 60: 乗算 (Multiplication)
 - 61: 乗算 (Multiplication)
 - 62: 乗算 (Multiplication)
- Outputs:**
 - 車速 (Vehicle speed) - 42
 - 不感帯調整 (Dead zone adjustment) - 43
 - 乗算 (Multiplication) - 44
 - 乗算 (Multiplication) - 45
 - 乗算 (Multiplication) - 46
 - 乗算 (Multiplication) - 47
 - 乗算 (Multiplication) - 48
 - 乗算 (Multiplication) - 49
 - 乗算 (Multiplication) - 50
 - 乗算 (Multiplication) - 51
 - 乗算 (Multiplication) - 52
 - 乗算 (Multiplication) - 53
 - 乗算 (Multiplication) - 54
 - 乗算 (Multiplication) - 55
 - 乗算 (Multiplication) - 56
 - 乗算 (Multiplication) - 57
 - 乗算 (Multiplication) - 58
 - 乗算 (Multiplication) - 59
 - 乗算 (Multiplication) - 60
 - 乗算 (Multiplication) - 61
 - 乗算 (Multiplication) - 62

【図7】

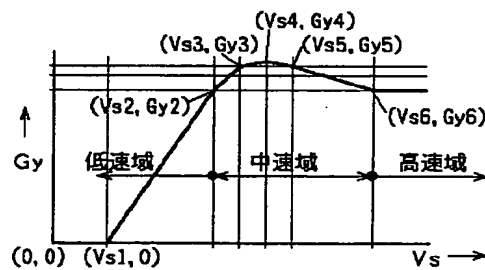


【図8】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.³

B62D 137:00

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.